



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 197 23 284 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 02 B 6/13  
G 02 B 6/122  
G 02 B 6/136  
G 02 B 6/134

21 Aktenzeichen: 197 23 284.1  
22 Anmeldetag: 4. 6. 97  
43 Offenlegungstag: 10. 12. 98

DE 197 23 284 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Sautter, Helmut, Dr., 71254 Ditzingen, DE;  
Bleichschmidt, Joerg, Dr., 71272 Renningen, DE;  
Schink, Rainer, 71229 Leonberg, DE; Graf, Juergen,  
70597 Stuttgart, DE; Loeffler, Peter, 70839  
Gerlingen, DE; Mennig, Martin, Dr., 66287  
Quierschied, DE

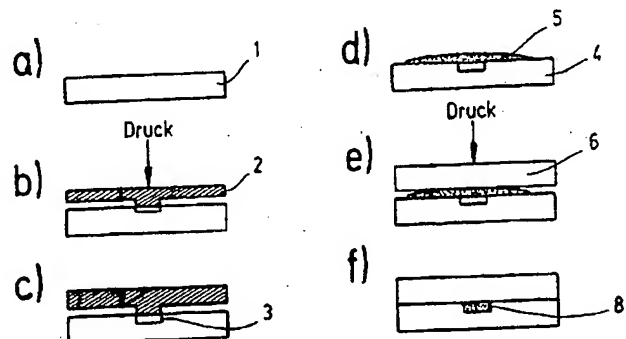
56 Entgegenhaltungen:  
JP 08-3 20 420 A  
JP 08-3 04 649 A  
JP 08-3 20 421  
KIESSLING, H. u.a. Prägen feinstrukturierter  
optische Oberflächen", In: OPTIK, 1997, 105,  
Nr. 3, S. 174-177;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Passive oder verstärkende optische Wellenleiter

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung lichtwellenleitender Strukturen in Gläsern, mittels dieses Verfahrens hergestellte Lichtwellenleiterstrukturen sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.



DE 197 23 284 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft Verfahren zur Herstellung lichtwellenleitender Strukturen in Gläsern, mittels dieser Verfahren hergestellte passive und verstärkende optische Wellenleiter sowie eine Vorrichtung zur Durchführung der Verfahren.

## Stand der Technik

Optische Bauelemente mit integrierten Lichtwellenleiterstrukturen sind bekannt. Dazu zählen beispielsweise in Polymeren angeordnete Wellenleiter, die durch Ätzen, Prägen bei niedrigen Temperaturen, Gießen oder durch photolithographische Strukturierung hergestellt wurden. Bekannt sind auch Wellenleiter in Dünnschichtstrukturen, die beispielsweise durch planare photolithographische Verfahren, RF-Sputtern, Deposition, Ionenimplantation und Sol-Gel-Verfahren hergestellt wurden. Schließlich sind auch in einem Substratglas hergestellte Wellenleiter bekannt, die durch Ionenaustausch erzeugt wurden.

Verfahren zur einfachen Herstellung rein anorganischer planarer Wellenleiter mit genau definiertem Kanalquerschnitt sowie hoher Temperaturbeständigkeit, die sich auch für eine Massenfertigung eignen, sind jedoch nicht bekannt.

## Vorteile der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung lichtwellenleitender Strukturen, insbesondere Mikrostrukturen, in Substratgläsern, wobei in dem Substratglas Strukturen erzeugt, die Strukturen mit einem Füllglas gefüllt werden und das strukturierte Substratglas mit einem Deckglas verschmolzen wird, wobei durch das in die erzeugte Struktur eingebrachte Füllglas und das dieses, auch als Kern bezeichnete, Füllglas umschließende Substrat- und Deckglas ein optischer Wellenleiter gebildet wird. Gegebenenfalls kann dabei vorgesehen sein, das nicht benötigte Füllglas zu verdrängen. Die Erfindung sieht insbesondere vor, daß die Strukturen erzeugt werden, indem in das Substratglas unter erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck Strukturen eingepreßt werden. Alternativ kann jedoch auch vorgesehen sein, daß die Strukturen erzeugt werden, indem in das Substratglas Strukturen durch reaktives Ionenätzen, naßchemisch und deren Kombination eingebracht werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt in vorteilhafter Weise die Herstellung rein anorganischer planarer Wellenleiter mit genau definiertem Kanalquerschnitt sowie hoher Temperaturbeständigkeit und weist gleichfalls das Potential für eine Integration unterschiedlicher Bauelemente auf. Überdies bietet das Verfahren eine Basis für integrierte optische Elemente, bei denen die internen Verluste durch optische Verstärkung kompensiert werden, sowie für Wellenleiterlaser. Im Gegensatz zu ionendiffundierten Wellenleitern, bei denen die Seltene Erden-Dotierung im gesamten Material vorliegt, kann gemäß des vorliegenden Verfahrens die Dotierung auf den Kanal, das heißt die Wellenleiterstruktur selbst, beschränkt bleiben, so daß eine geringere Schwellenenergie erreicht werden kann. Unerwünschte Effekte durch ein Fortschreiten der Diffusion bei hoher Belastung im Kanal können so ausgeschlossen werden. In vorteilhafter Weise ergibt sich so eine hohe Langzeitstabilität.

Schließlich erlaubt das erfindungsgemäß vorgesehene Einprägen oder Naß- beziehungsweise Trockenätzen der Mikrostrukturen Trockenätzen und das Verpressen eine einfache und kostengünstige Herstellungsweise optischer Elemente, die sich für eine Massenproduktion eignet.

Die Erfindung sieht insbesondere eine Präzisionsmikrostrukturierung von Glassubstraten entweder mittels Heiß-

prägen oder durch reaktives Ionenätzen oder Naßätzen in Kombination mit Trockenätzen, ein Heißverpressen zum Einbringen von Glas in die Mikrostrukturen und eine Versiegelung der mit dem eingebrachten Glas gefüllten Struktur durch Verschmelzen von Substratglas und einem Deckglas vor. Die Erfindung betrifft also die Herstellung eines optischen Wellenleiters, bestehend aus speziellen optischen Glastypeen, die bezüglich Erweichungstemperatur, Aktivierungsenergien, Ausdehnungskoeffizienten und Brechzahl-differenzen aufeinander abgestimmt sind. Das Substratglas weist dabei eine andere Zusammensetzung, Struktur und/oder andere optische Eigenschaften als das Füllglas auf, so daß sich eine für die Lichtwellenleitung ausreichende Brechzahldifferenz ergibt. Das Substratglas kann vorteilhafterweise die gleiche Zusammensetzung, Struktur und/oder die gleichen optischen Eigenschaften wie das Deckglas aufweisen. Dabei läßt das Substratglas aufgrund seiner Materialparameter vorteilhafterweise zusätzlich eine Strukturierung durch direktes Heißprägen der planaren Wellenleiterstrukturen zu.

Insbesondere umfaßt das erfindungsgemäße Verfahren die Präzisionsmikrostrukturierung von mit einem Füllglas zu füllenden Strukturen oder Kanälen, wobei vorgesehen sein kann, dieses Prägen mittels direktem Heißprägen des Substratglases mit Hilfe von, vorteilhafterweise hartstoffbeschichteten, Quarzglas-, Silizium- oder Nico-Stempeln durchzuführen.

Das erfindungsgemäß vorgesehene Füllen und Verdrängen des Füllglases wird vorteilhafterweise durchgeführt, indem das Füllglas mit einem Deckglas in die Mikrostrukturen gedrückt wird, wobei das Deckglas vorteilhafterweise aus dem gleichen Glastype wie das Substratglas besteht und wobei anschließend der überschüssige Anteil des Füllglases nahezu restlos verdrängt wird. Die Erfindung sieht anschließend vor, daß das strukturierte Substratglas, in dessen Strukturen Füllglas gefüllt wurde, mit dem Deckglas verschmolzen wird, so daß ein Lichtwellenleiter gebildet wird.

Das Verfahren eignet sich insbesondere zur Herstellung lichtwellenleitender Strukturen mit Querschnitten im Bereich von 2 µm bis 1 mm und Längen im Bereich einiger mm bis zu 20 cm. In bevorzugter Weise hergestellte Strukturen sind monomodige Lichtwellenleiterstrukturen mit einem Querschnitt von 2 bis 7 µm × 2 bis 7 µm und einer Länge von 3 bis 20 cm.

Die erfindungsgemäß hergestellten Lichtwellenleiterstrukturen können in Form eines geraden durchgehenden Kanals, als geschwungene Kanäle, beispielsweise in S-Form, als verzweigte oder sich kreuzende Kanäle, als Koppplerstrukturen mit zwei oder mehreren sich bis auf wenige µm annähernden Kanälen, als periodische Strukturen oder als Kombination vorgenannter Strukturen ausgeführt werden.

Die genannten Lichtwellenleiter haben entweder rein passive Funktion, das heißt, sie dienen ausschließlich zum Leiten und Verteilen von Licht oder sie wirken als optischer Verstärker. Im letzteren Fall ist der lichtwellenleitende Kanal, das heißt das diesen ausfüllende Füllglas, erfindungsgemäß mit einem aktiven Ion, vorteilhafterweise aus der Gruppe der Seltenen Erden, dotiert. Diese Ionen werden durch die in die Struktur eingekoppelte Pumpstrahlung geeigneter Wellenlängen in einen angeregten Zustand überführt. Gleichzeitig wird ein schwaches Signal einer anderen, durch das Ion definierten Wellenlänge eingestrahlt, so daß dieses durch stimulierte Emission einen Übergang in einen Endzustand auslöst. Dabei wird die Energiedifferenz in Form einer Strahlung freigesetzt, die das Lichtsignal verstärkt. Die Zudotierung optisch verstärkender Ionen von Seltenen Erden und Übergangsmetallen kann erfindungsgemäß auf den Bereich der erzeugten Struktur im Substratglas

beschränkt werden, so daß geringere Schwellenenergien beziehungsweise geringere Verluste erreichbar werden als bei ganzheitlich dotierten durch Ionendiffusion hergestellten Wellenleiterverstärkern.

Die erfindungsgemäß hergestellten Strukturen werden beispielsweise zur Herstellung von Elementen der integrierten Optik wie Koppler, Verteiler, Multiplexer, Demultiplexer, Filter, Sensoren oder optische Verstärker benötigt.

Die Erfindung betrifft daher auch optische Bauelemente, insbesondere die vorgenannten Elemente, mit integrierten Lichtwellenleiterstrukturen, insbesondere hergestellt nach dem erfindungsgemäßen Verfahren, umfassend eine mit einem Füllglas gefüllte lichtwellenleitende Struktur in einem Substratglas, wobei die mit dem Füllglas gefüllte lichtwellenleitende Struktur durch eine, vorteilhafterweise die Zusammensetzung des Substratglases aufweisende, Glasschicht abgedeckt ist.

Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Herstellung der erfindungsgemäßen Strukturen und/oder zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung eines der vorgenannten Verfahren zur Herstellung von optischen Bauelementen mit integrierten Wellenleiterstrukturen umfaßt einen Preßtisch und einen Preßstempel, wobei der Preßtisch und der Preßstempel jeweils aus einer auf einer Keramikplatte angeordneten Aufnahme für eine Heizplatte, einem Strahlungsschild und einer Heizplatte aufgebaut sind, und wobei auf der der Heizplatte des Preßtisches zugewandten Fläche der Heizplatte des Preßstempels ein in einer Stempelaufnahme angeordneter Prägestempel lokalisiert ist. In vorteilhafter Weise weist die Heizplatte Heizelemente und Thermoelemente auf. Zudem weist in vorteilhafter Weise die Heizplatte des Preßstempels Kühlkanäle auf. In besonders vorteilhafter Weise sieht die Erfindung ein vermittelndes Medium als Ausgleich für mangelnde Parallelität zwischen den Heizplatten oder nicht planparallelen Substraten vor. Dieses vermittelnde Medium kann in vorteilhafter Weise ein hochtemperaturfestes flexibles Material, wie ein Graphitvlies sein. Selbstverständlich kann vorgesehen sein, eines oder mehrere der vorgenannten Bauteile, wie Aufnahme, Basisplatte, Keramikplatte oder ähnliches in der erfindungsgemäßen Vorrichtung nicht auszuführen oder durch funktionsgleiche Bauteile zu ersetzen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen und dazugehöriger Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Verfahrensschritte;

**Fig. 2** eine schematische Darstellung mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugbarer Strukturen in Substratgläsern und

**Fig. 3** eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die Fig. 1 stellt in schematischer Weise die Abfolge der erfindungsgemäßen Verfahrensschritte dar.

**Fig. 1a** stellt das Substratglas 1 dar. Die Eigenschaften des Substratglases 1 sowie des in der weiteren Verfahrensabfolge eingesetzten Füllglases 5 richten sich nach den erfindungsgemäß durchgeführten Herstellungsschritten. Die Brechzahl Differenz zwischen dem Füllglas 5 und dem Substratglas 1 liegt für monomode Wellenleiter vorzugsweise im Bereich von 3/100 bis 5/1000. Für Wellenleiterverstärker enthält das Füllglas 5 zusätzlich eine Dotierung Seltener Erden (Er, Nd, Yb) und/oder Übergangsmetalle (Cr, Ni, Ti) mit Konzentrationen bis zu wenigen Mol%. Diese dotierten Gläser haben Phononenenergien von weniger als ein Fünftel

der Übergangsenergie des betrachteten optischen Übergangs (zum Beispiel Erbium  $^4I_{13/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ ). Neben der Brechzahl Differenz, den räumlichen Dimensionen, der Dotierungskonzentration Seltener Erden beziehungsweise Übergangsmetalle und der gegebenenfalls geforderten Phononengrenzenergie werden insbesondere folgende Parameter durch die erfindungsgemäß durchzuführenden Verfahren festgelegt: Die Differenz der Ausdehnungskoeffizienten, die Glastransformationstemperatur der Substratgläser beziehungsweise der Deckplatte und des Füllglases, die Länge der Gläser für Kern und Substrat, beziehungsweise Deckplatte. Diese Größen werden mittels einer speziellen Glaszusammensetzung aus Netzwerkbildnern und Netzwerkmodifikatoren und Netzwerkwandlern geeigneter Konzentrationen und Molrefractionen sowie durch die Dotierung verstärkender Ionen eingestellt. Dabei muß gegebenenfalls das wechselseitige Diffusionsverhalten von Komponenten des Substratglasytyps und des Füllglases berücksichtigt werden.

Der mit dem Stempel 2 unter erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur durchgeführte Prägeprozeß (Fig. 1b) wird vorzugsweise bei einer Viskosität des Substrats von circa  $10^{7,6}$  Pa  $\times$  s, das heißt, bei der sogenannten Erweichungstemperatur oder gegebenenfalls auch darüber bei spezieller Prozeßbildung, durchgeführt. Um Verunreinigungen an der Oberfläche des Substrats 1 auszuschließen, wird das Verfahren unter Schutzgas durchgeführt. Ein trockener Schutzgasstrom wird durch die Vorrichtung (Fig. 3) zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geleitet. Dieser Schutzgasstrom schließt die Oxidation der Prägewerkzeuge, der Halterungen und Heizer aus sowie verhindert die verlust erhöhende Wasseraufnahme aus der Luft bei den Lichtwellenleitern.

Zum Ausgleich interner Spannungen wird nach dem Entfernen des Stempels (Fig. 1c) eine Feinkühlung des strukturierten Substrats 4 durchgeführt.

Die Abb. 1d bis 1f stellen das Füllen der Struktur 3 des strukturierten Substratglases 4 mit dem Füllglas 5, das Verdrängen des Füllglases 5 mit dem Deckglas 6 und das Verschmelzen des Deckglases 6 mit dem strukturierten Substratglas 4 zu einem Lichtwellenleiter 8 dar.

Das Füllen und Verdrängen stellen an das Füllglas und das Substratglas besonders hohe Anforderungen, da eine ausreichend starke Verdrängung bei hinreichender Festigkeit des Substratglases 1 ermöglicht sein muß. Das Füllglas 5 weist im Hinblick auf eine vollständige Verdrängung beim Verpressen maximal eine Viskosität von  $10^3$  Pa  $\times$  s bei der Temperatur  $T_p$  auf. Bei dieser Temperatur  $T_p$  befinden sich Substrat (1) und Deckglas (6) mehr als 10 bis 30°C unterhalb der Glastransformationstemperatur  $T_g$ .

Für das Füllen und Verdrängen wird auf das strukturierte Substrat 4 Füllglas 5 in Form einer dünnen Glasfolie aufgelegt und darauf das Deckglas 6 positioniert. Mit Hilfe dieser dünnen Glasfolie wird eine ganz flächig homogene Verteilung des Füllglases 5, die wesentlich für das Verpressen ist, erzielt und das planparallele Aufsetzen des Deckglases 6 ermöglicht. Der Verpreßprozeß beginnt mit einer Erwärmung, die so schnell abläuft, daß über den gesamten gepreßten Bereich eine homogene Temperaturverteilung erhalten bleibt. Bei diesem Vorgang ist ein homogenes Temperaturprofil von hoher Bedeutung, welches durch den in Fig. 3 dargestellten Metallbalg 32 und die Erweiterungen 33 der unteren Heizplatte 70 gewährleistet wird. Sobald eine Temperatur von 10 bis 30°C unterhalb der Transformationstemperatur des Substrats beziehungsweise Deckglas erreicht ist, wird der Druck auf den Stempel 2 erhöht, wobei die Temperatur während einer für das Verpressen ausreichenden Zeit (mehrere Minuten) gehalten wird. Anschließend wird die gesamte Probe weiter bis auf 10 bis 30°C über der Transforma-

tionstemperatur  $T_g$  des Substratglases 1 zur Verschmelzung von Substratglas 1 und Deckglas 6 aufgewärmt. Die Temperatur wird wiederum für eine ausreichende Zeit beibehalten, so daß sich Substratglas 1 und Deckglas 6 miteinander verbinden können. Anschließend wird der Druck deutlich vermindert, die gesamte Probe homogen abgekühlt und bei der Glastransformationstemperatur des Füllglases zur Entspannung desselben getempert und unter vollständiger Entlastung auf Raumtemperatur feingekühlt.

Zusammenfassend resultiert daraus, daß vorteilhafterweise zwischen dem Substratglas und dem Kernmaterial die Differenz der Glastransformationstemperatur 50 bis 150°C beträgt, und die Aktivierungsenergien sich um mehr als den Faktor 2 voneinander unterscheiden. Die Differenz der Ausdehnungskoeffizienten von Substrat und Kernmaterial ist vorteilhafterweise <10%, um Spannungen bei dem Abkühlen klein zu halten.

Die Glastransformationstemperatur des Kernglases wird vorteilhafterweise so niedrig wie möglich gewählt, beispielsweise 300 bis 450°C. Dies verringert die Prozeßzeiten, mindert die thermische Belastung der Preßvorrichtung und minimiert die Restspannungen im Glas nach dem Abkühlen.

Derartige Materialeigenschaften sind zum Beispiel erzielbar mit Kombinationen von Borosilikat und Phosphat-Silikatgläsern (zum Beispiel BK7-Schott/QX-Kigre oder Q89-Kigre).

Die Fig. 2 stellt in Substratgläser 1 eingebrachte Lichtwellenleiterstrukturen dar, die als beispielsweise für Verstärker geeignete gerade durchgehende Kanäle 9, als in Form geschwungener Kanäle 10, als in Y-Form ausgeführte verzweigte Kanäle 11 oder in X-Form ausgeführte sich kreuzende Kanäle 12, als Kopplerstrukturen mit zwei sich bis auf wenige  $\mu\text{m}$  annähernde Kanäle 13 oder als periodische Strukturen 14 ausgeführt sein können.

Die Fig. 3 stellt eine Vorrichtung zur Herstellung der erfindungsgemäßen Lichtwellenleiterstrukturen dar.

Die Vorrichtung 100 umfaßt einen Preßstempel 110 und einen Preßtisch 120. Der Preßstempel 110 ist aus einem Preßschaft 15, einem Ansatz 111, einer Basisplatte 17, einer Keramikplatte 18, einer Heizplattenaufnahme 20 und einer Heizplatte 22 aufgebaut. Die Heizplatte 22 ist über Vierpunkthalterungen 19 und durch ein Strahlungsschild 21, beispielsweise aus Edelstahl, von der Heizplattenaufnahme 20 thermisch abgekoppelt. Auf der dem Preßtisch 120 zugewandten Fläche der Heizplatte 22 ist ein in einer Aufnahme 26 angeordneter Stempel 30 spannungsfrei positioniert. Der Stempel 30 ist auf einem temperaturbeständigen flexiblen Graphitvlies 29 angeordnet.

Der Preßtisch 120 ist im wesentlichen gleich aufgebaut. Auf einer Basisplatte 60 ist eine Keramikplatte 62 angeordnet. Über der Keramikplatte 62 befindet sich die Heizplattenaufnahme 64, die über Halterungen 66 mit einem Strahlungsschild 68 verbunden und thermisch abgekoppelt ist. Über dem Strahlungsschild 68 ist eine Heizplatte 70 angeordnet.

Sowohl die Heizplatte 70 des Preßtisches 120 als auch die Heizplatte 22 des Preßstempels 110 enthalten Heizpatronen 28 und Thermoelemente 27. Die Heizplatte 22 des Preßstempels 110 enthält zusätzlich Kühlkanäle 23. Die Heizplatte 70 des Preßtisches 120 weist Erweiterungen 33 auf, die lateral auf der Heizplatte 70 nach oben her vorspringen und das Substrat 31 von der Seite her umschließen und erwärmen. Zur Reflektion der horizontal abgestrahlten Wärme in der Substratebene ist ferner ein Balg 32 vorgesehen, der an der oberen Heizplatte 22 und der unteren Heizplatte 70 anliegt und durch die Erweiterungen 33 der Heizplatte 70 von unten temperiert wird. Dadurch wird eine optimale Temperaturverteilung am Ort des Substrats 31 erreicht, da

kein Spalt offenbleiben muß, um den Stempel 30 verschieben zu können.

Sowohl der Preßstempel 110 als auch der Preßtisch 120 befinden sich in einem durch ein Gehäuse 16 gebildeten mit Schutzgas gefüllten Raum, wobei Durchführungen 25 und ein Schauglas 24 vorgesehen sind.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung lichtwellenleitender Strukturen in Substratgläsern, wobei in dem Substratglas (1) Strukturen (3) erzeugt, die Strukturen (3) mit einem Füllglas (5) gefüllt werden und das strukturierte Substratglas (4) mit einem Deckglas (6) verschmolzen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei gegebenenfalls nicht benötigtes Füllglas (5) verdrängt wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturen (3) erzeugt werden, indem die Strukturen (3) in das Substratglas (1) unter erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck eingeprägt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mit einem, vorzugsweise hartstoff-beschichteten, Quarzglas-, Silizium-, oder NiCo-Stempel (2) geprägt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturen (3) erzeugt werden, indem in dem Substratglas (1) die Strukturen (3) durch reaktives Ionenätzen, Naßätzen und deren Kombination erzeugt werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Füllglas (5) eingefüllt und verdrängt wird, indem nach Aufbringen des Füllglases (5) auf das Substratglas (1) ein Deckglas (6) unter erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck auf das Substratglas (1) aufgelegt, das auf das Substratglas (1) aufgebrachte Füllglas (5) in die Strukturen (3) gedrückt und nicht benötigtes Füllglas (5) im wesentlichen restlos entfernt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Füllglas (5) in Form einer Glasfolie auf das Substratglas (1) aufgebracht wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Deckglas (6) aus dem gleichen Glastyp wie das Substratglas (1) besteht.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Füllglas (5) mit einem aktiven Ion dotiert ist, insbesondere mit Er, Nd, Yb, Dy, Pr, Eu, Cr, Ni und/oder Ti.
10. Optisches Bauelement mit integrierter Lichtwellenleiterstruktur, insbesondere hergestellt nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend eine mit einem Füllglas (5) gefüllte, in einem Substratglas (1) eingebettete von einem Deckglas (6) überdeckte lichtwellenleitende Struktur (8).
11. Optisches Bauelement nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß das Füllglas (5) mit einem aktiven Ion dotiert ist, insbesondere mit Er, Nd, Yb, Dy, Pr, Eu, Cr, Ni und/oder Ti.
12. Vorrichtung zur Herstellung von optischen Bauelementen mit einer integrierten Lichtwellenleiterstruktur, insbesondere zur Durchführung eines der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, umfassend einen Preßtisch (120) und einen Preßstempel (110), wobei der Preßtisch (120) und der Preßstempel (110) jeweils aus einer auf einer Keramikplatte (18, 62) angeordnete

ten Aufnahme (20, 64), einem Strahlungsschild (21, 68) und einer Heizplatte (22, 70) aufgebaut ist, wobei auf der der Heizplatte (70) des Preßtisches (120) zugewandten Fläche der Heizplatte (22) des Preßstempels (110) ein in einer Stempelaufnahme (26) angeordneter Stempel (30) angeordnet ist. 5

13. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizplatte (22, 70) Heizelemente (28) und Thermoelemente (27) aufweist.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Heizplatte (22) des Preßstempels (110) Kühlkanäle (23) enthält. 10

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen oberer (22) und unterer Heizplatte (70) ein Balg (32) angeordnet ist. 15

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizplatte (70) des Preßtisches (120) in ihren lateralen Bereichen nach oben vorspringende, ein auf der Heizplatte (70) positionierbares Substrat (31) seitlich allseits umschließende Erweiterungen (33) aufweist. 20

17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der in einer Stempelaufnahme (26) angeordnete Stempel (30) auf einem Graphitvlies (29) positioniert ist. 25

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dieses für die Verarbeitung rein anorganischer Gläser geeignet ist.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dieses erlaubt, spezielle Gläser mit strengen Anforderungen bezüglich Erweichungstemperatur, Glastransformationstemperatur, thermischem Ausdehnungskoeffizienten und Brechzahl und deren Differenzen zu einem Glaswellenleiter zu verarbeiten. 30 35

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

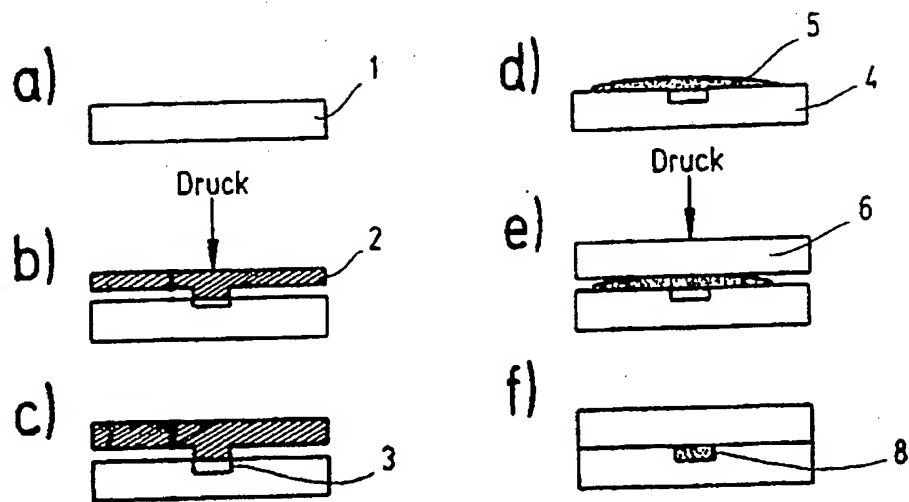


Fig. 1

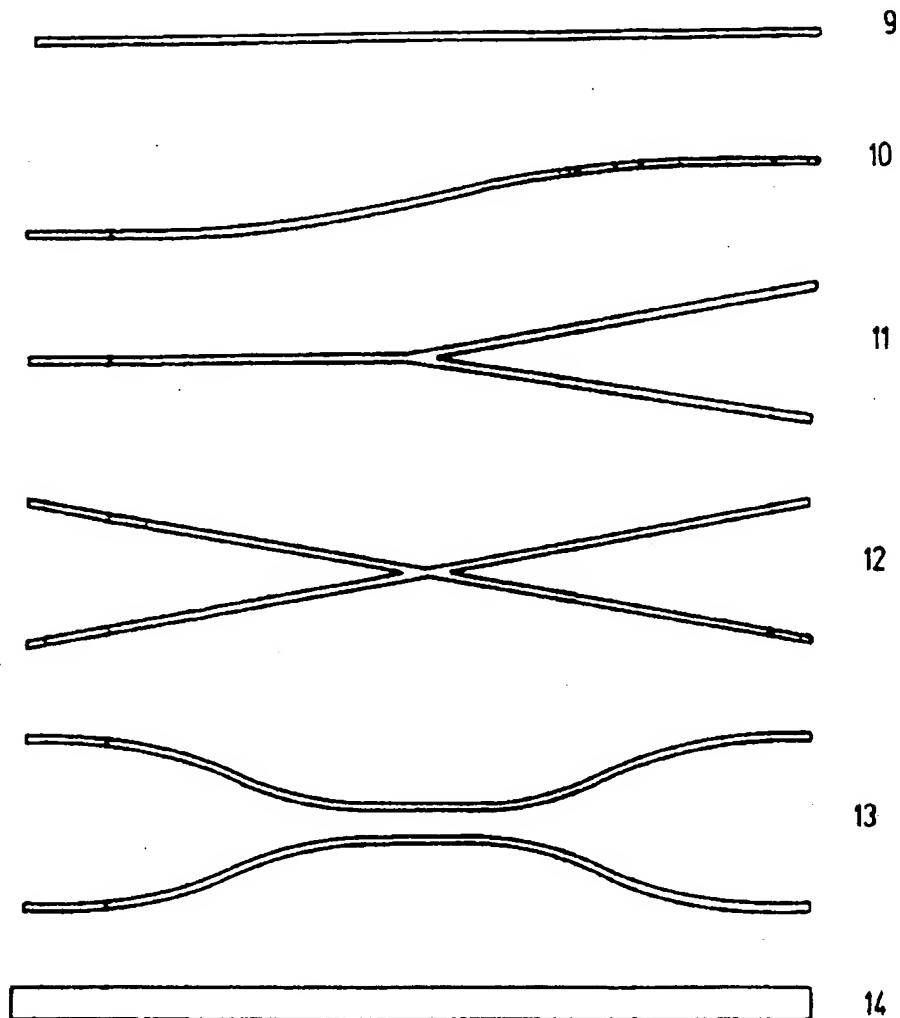


Fig. 2

BEST AVAILABLE COPY

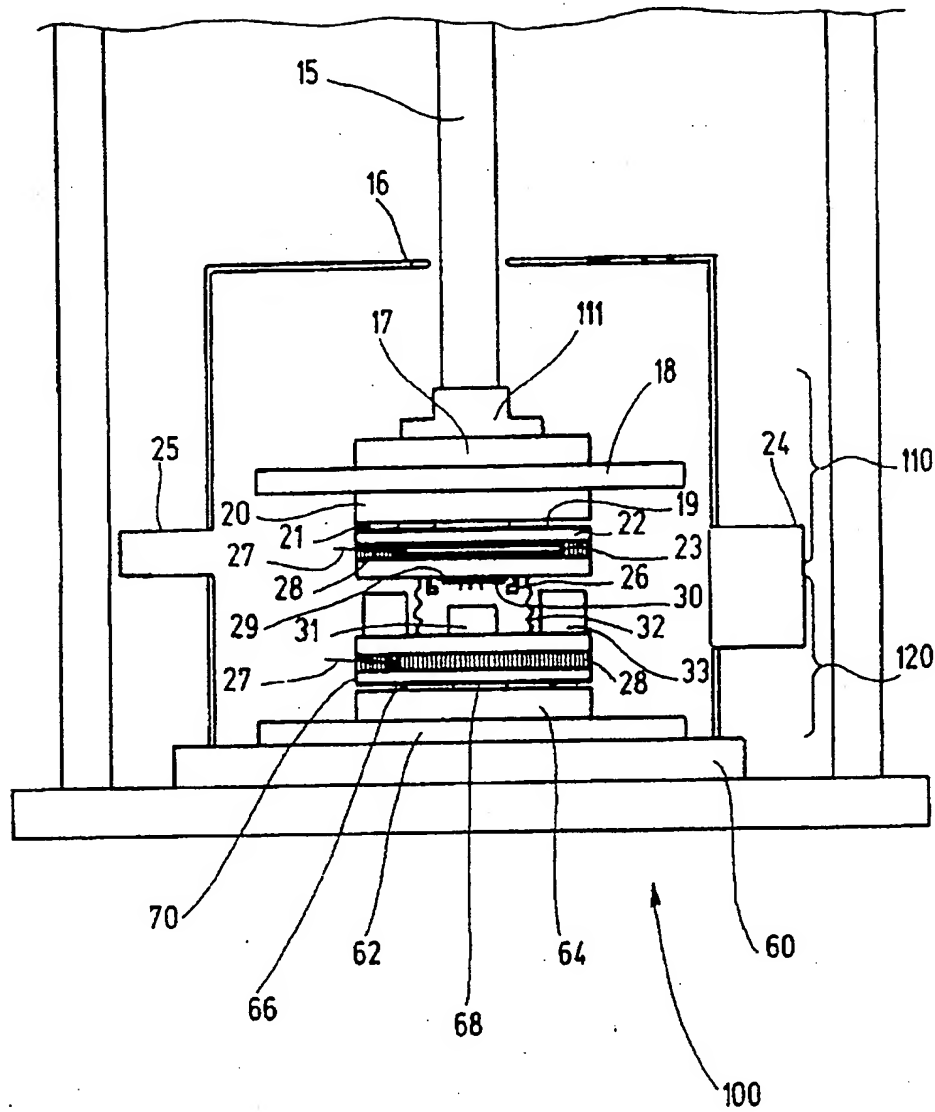


Fig. 3